

S2-4-6.

IP ネットワークを活用した閑散線区における信号設備の状態監視について

○塚本 大吾 植田 大介 [電] 森 崇 [電] 石井 順 (西日本旅客鉄道株式会社)

A study of signalling facilities monitoring on local lines utilized IP network

Daigo TSUKAMOTO, Daisuke UEDA, Takashi MORI, Jun ISHII (West Japan Railway Company)

Signalling systems are very important for providing safe and reliable transportation. We built a network for remote monitoring of signalling facilities between wayside, signal dispatcher and maintenance office.

This network has developed to test efficient maintenance work by using IP and Wireless LAN technologies.

キーワード：無線 LAN、集中監視装置、IP ネットワーク

Keywords: Wireless LAN, Central monitor, IP network

1. はじめに

信号保安設備は、列車の安全正確な運行のために大きな役割を担っており、ひとたび設備障害が発生した場合にはすみやかな復旧と再発防止のための原因探求・改善が求められる。早期復旧には、設備指令において設備の現状を正確に把握し障害原因を分析することが必要である。

しかし、障害発生直後は集中監視装置から設備指令に通知されるわずかな故障情報と駅関係社員・列車乗務員からの情報に頼っており、しばしば必要な情報が不足するケースが多い。そのため、詳細な障害調査には保守区社員が現地に赴き、駅の機器室や現地の器具箱に備え付けた動作記憶装置に蓄積された動作履歴等を解析する必要がある、時間と労力を要している。特に閑散線区では、少ない要員で広いエリアにわたる保守にあたっており、人手やコストをかけられない現状にある。

これまで技術部では、設備動作履歴を遠隔取得できる遠隔監視システム構築の一提案として、JR宝塚線の尼崎～新三田間において構築した広域無線 LAN ネットワークを利用し、技術部から沿線の踏切設備機器を遠隔監視する試験を実施している⁽¹⁾。今回、小浜線において、沿線、保守区および遠く離れた設備指令や技術部をネットワークで結び、沿線の様々な信号設備データ及び Web カメラ画像を遠隔で取得する試験を実施したので報告する。

2. 小浜線の現状

<2.1> 小浜線の概要

小浜線は、東舞鶴～敦賀間約 85km を結び、沿線の方々の通勤通学等日常の足として欠かせない、また夏には沿線に点在する海水浴場への行楽客でたいへん賑わう路線である。設備保守は小浜鉄道部が全区間を担当し、金沢の設備指令において一元的に設備監視を行っている(図 1)。



図 1 小浜線沿線と各拠点の位置関係

<2.2> 現状の監視項目と設備保守

現状では、小浜線の信号設備監視は金沢設備指令の集中監視装置において一元的に行っている。沿線の各踏切や駅機器室から機器故障情報が指令に通知される仕組みとなっているが、回線容量的、機能的に限られた検知項目(表 1)であり、詳しい設備状況までは把握できないことや、複数箇所故障が発生した際には、一部情報がマスクされる可能性がある等の問題がある。

表 1 従来の集中監視装置による故障検知項目

警報レベル	故障検知内容
軽故障	信号電球断芯
	電気転てつ機のロック狂い
	軌道回路着電圧低下
	信号電源対地絶縁低下
重故障	電気転てつ機の転換不能
	踏切電源電圧低下・警報持続・無警報
	踏切障害物検知動作・支障報知

当線区は、特殊自動閉そく式（軌道回路検知式）を採用しており、短小軌道回路をまたがる条件により、方向でこの解錠を行っている。また、踏切制御にあたっては踏切制御子を用いた点制御方式を採用しており、列車本数が少ないためにレール踏面上の錆などの影響から、制御長の変動や短絡不良による踏切不正動作が懸念される。そのため、特に軌道回路の短絡可否は非常に重要な要素である。

障害発生時においては、冒頭に述べたように、保守区社員が現地に赴き、駅機器室や現地器具箱に備え付けた動作記憶装置（連動メモリ、踏切メモリ等）に蓄積された動作履歴等を解析する必要がある、時間と労力を要している。

3. 遠隔監視ネットワークの構築

<3.1> ネットワーク構成の全体概要

早期の障害原因究明に役立てることを目的として、図2のように上中駅機器室（RH）及び上中～小浜間の沿線、保守区および遠く離れた金沢設備指令を結ぶ遠隔監視ネットワークを試験的に構築し、当線区で重要度の高い、軌道回路や踏切制御子等の信号設備データを遠隔取得することとした。

汎用のインターネットプロトコル（IP）を使用することで通信事業者の既設で安価なIPネットワークを利用することが可能となった。駅などの拠点においては、鉄道事業者側で新たなメタリックケーブル布設や回線収容変更等を行うことなく、設備工事のコスト削減や工期短縮を図ることができる。鉄道沿線の器具箱においても、器具箱から拠点間に信号・通信ケーブルや空き回線がないなどの場合があるが、汎用の無線LANを用いて情報送受を試みた。

上中地区、技術部、小浜鉄道部、金沢設備指令の4拠点は暗号セキュリティ方式IPsecを用いたVPN接続（インターネットの中を仮想的に専用線のように接続する方式）により相互に接続し、経路の最適化と回線異常時の冗長性を図っている。

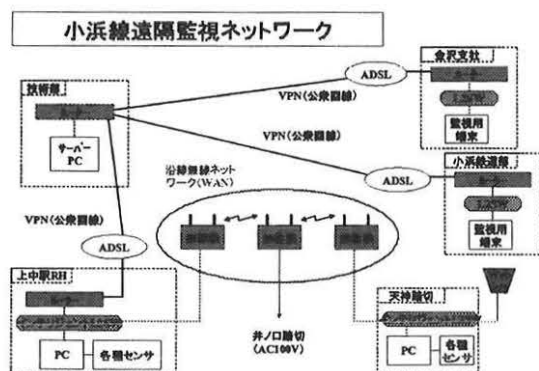


図2 小浜線遠隔監視ネットワーク

<3.2> 上中RHにおけるネットワーク構成

上中RHの配線系統詳細図を図3に示す。上中RHから各拠点への接続には、通信事業者であるNTTのインターネット回線サービス「Bフレッツ」を利用している。

測定項目である構内軌道回路データの入力部を図4に示す。データの測定にあたってはI/Fボードにより、軌道リレーの電圧ならびに接点をPCボードへ入力する。同時に車軸検知を入力し、記録トリガとした。

上中RH 配線系統詳細図

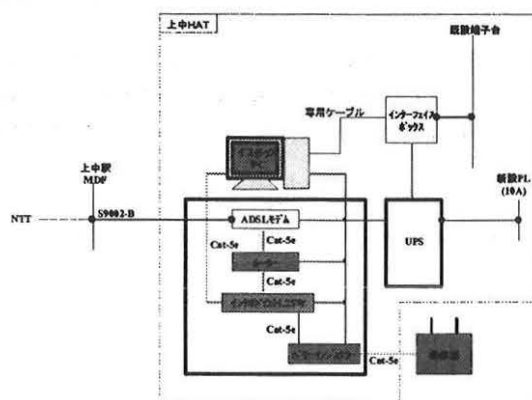


図3 上中RH配線系統詳細図

データロガー測定項目（軌道回路）

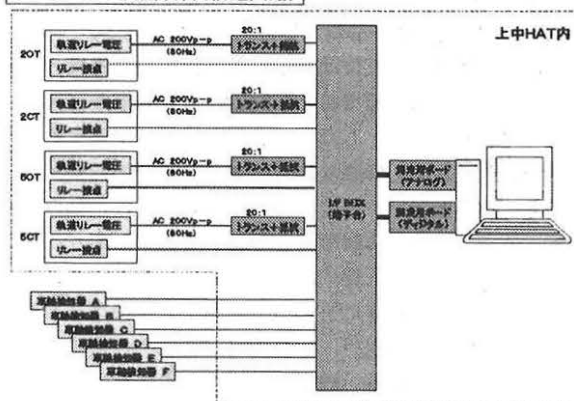


図4 測定項目（構内軌道回路）

<3.3> 沿線中間器具箱におけるネットワーク構成

沿線中間器具箱の配線系統詳細図を図5に示す。中間器具箱においても同様に、ケーブル新設等なしに、無線LAN構成でデータの送受をおこなうこととした。また測定項目である踏切制御子データの入力部を図6に示す。車軸検知をトリガとし、制御子のリレー電圧、リレー接点を記憶するものである。

さらに、JR宝塚線沿線での試験⁽¹⁾においても有用であった踏切画像監視を、上中駅に近い井ノ口踏切において試験することとした。Webカメラの配線詳細図を図7に示す。無線LANで上中RHへ直接画像データを送受し、支障報知装置の接点をトリガとし画像記憶する。

中間器具箱 配線系統詳細図

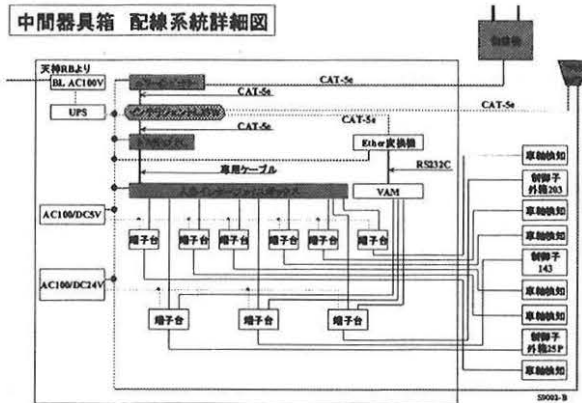
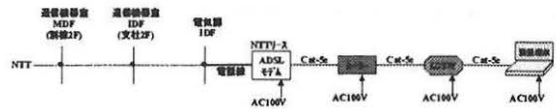


図5 中間器具箱配線系統詳細図

金沢支社 配線系統図



小浜鉄道部 配線系統図

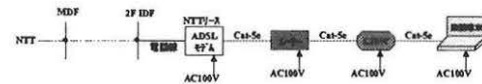


図8 遠隔監視配線系統図

4 試験結果

今回、試験的に遠隔監視ネットワークを構成して、技術部から遠隔でデータを取得した。本文中のデータは全て技術部から遠隔にて取得したものであるが、各沿線上、小浜鉄道部、設備指令からも同様のデータが取得できることを確認した。

<4.1> 軌道回路データ

上中R H内の軌道回路データ例を図9に示す。対象軌道の車軸検知、リレー接点、リレー電圧が、常時遠隔にて取得できることを確認した。リレー動作/落下時の電圧値や軌道短絡時の残留電圧値を時間を追って一目で確認することができる。季節ごとや雨天時のリレー状態を継続して監視し把握することで、保全の課題である予防保全の助けとして期待できる。

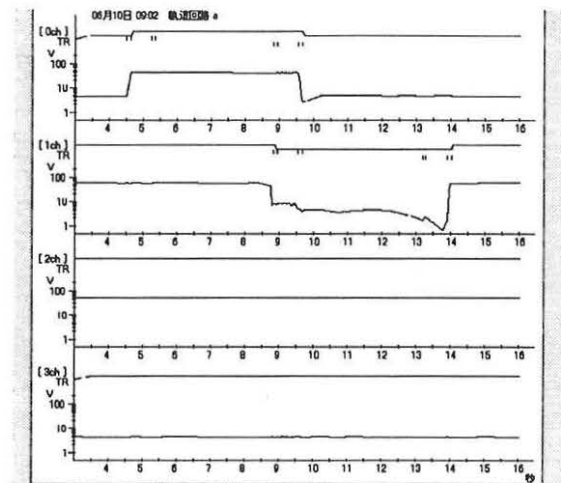


図9 軌道回路データ

データロガー測定項目(踏切制御子)

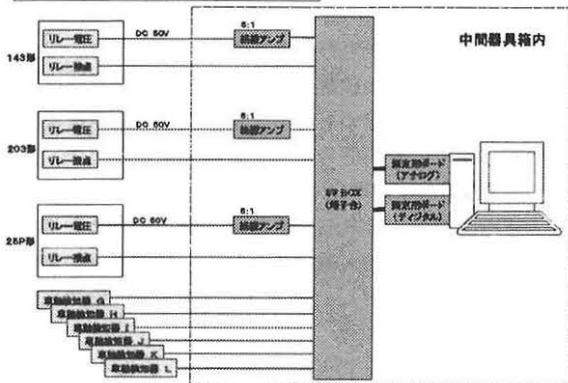


図6 測定項目 (踏切制御子)

井ノ口踏切付近 配線系統詳細図

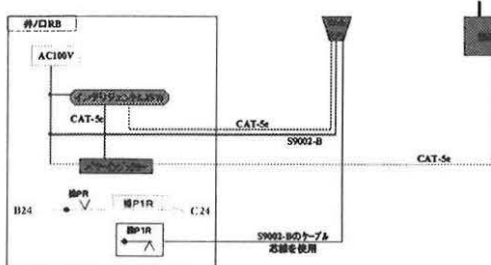


図7 井ノ口踏切付近配線詳細図

<3.4> 設備指令と小浜鉄道部におけるネットワーク構成

遠隔監視をおこなう金沢支社設備指令と小浜鉄道部における配線系統図を図8に示す。通信事業者の安価なIPネットワークを介して、ADSLモデム、ルーターを経由し、各監視端末を整備することで、遠隔監視を可能とする。

<4.2> 沿線踏切監視データ

沿線における中間器具箱内の踏切制御子データ例について図10に示す。対象踏切制御子の車軸検知、リレー接点、リレー電圧が、常時遠隔にて、無線LAN経由で取得でき

ることを確認した。鉄道沿線で空き回線やケーブルそのものがなく通信回線の構築が困難であった箇所においても、汎用技術によって情報をやりとりすることが可能となる。

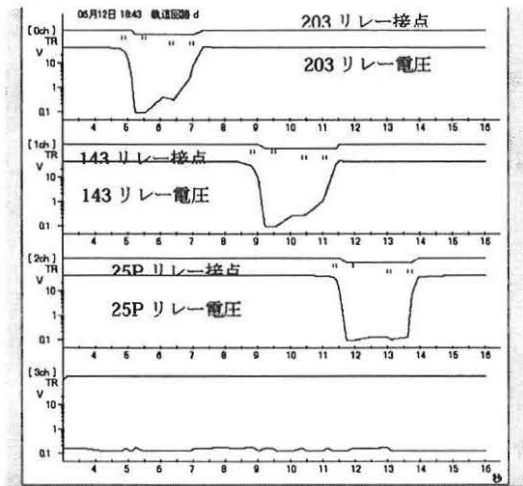


図 10 踏切制御データ

また、設置した Web カメラから得られた現地画像例を図 11 に示す。リアルタイムに図のような画像が得られる他、支障報知装置のトリガ入力によって扱い時の踏切画像が保存できることを確認した。

踏切画像監視においては、いたずらによる支障報知装置の扱いや、無謀横断による障害物検知装置動作や遮断かん折損といった障害が多い踏切に監視カメラを設置して、障害発生時にそのときの映像を検索し確認することで、その発生原因をすばやく特定して列車影響を最小限に抑えることが可能となる。



図 11 井ノ口踏切監視画像 (夕刻)

5 今後の検討課題

IP ネットワークを用いた遠隔監視実施の見通しがたったことから、今後の閑散線区における将来展望を提案し、

検討課題とする。

閑散線区における運営コスト低減・省力化の観点から、保全検査作業の軽減と設備故障の未然防止が重要である。本成果のひとつの応用は、保全業務で現地において取得している情報の遠隔取得と履歴管理をおこなうことである。

例えば、軌道回路や転てつ機等の電圧・電流・位相・ロック狂い等を指令の中央監視装置で監視するとともに、データ不良時に適正なアラームを出力することにより、これら設備故障の未然防止に役立てることができると考える。

具体的には、軌道電流の漏洩や絶縁不良による異常短絡、軌道回路の短絡感度の悪化による不正こう上などや、転てつ機については電流変動や負荷力増大による転換不能等について予兆を捉えられると考えている。

一部の線区では、同様の目的のために別途センサ類を設備した装置があるが、これら装置の更新統合も含めた形で検討したいと考える。

将来の設備監視装置のモデルシステムを図 12 に示す。現行の集中監視装置の老朽取替えスケジュール等に応じて、監視機能をこのモデル装置に統合・移管し、沿線情報の監視設備の一元化を目指すものとする。既存の集中監視装置では取得できていない信号データを採取することで、信号設備の障害探求・早期復旧に大きな手助けとなる。さらに、現在大きな広がりを見せる IP 技術を導入することで、汎用性やその応用性を最大限に活かせる。閑散線区における諸問題の解決の糸口とし、鉄道運営システムの効率化を目指すものとする。

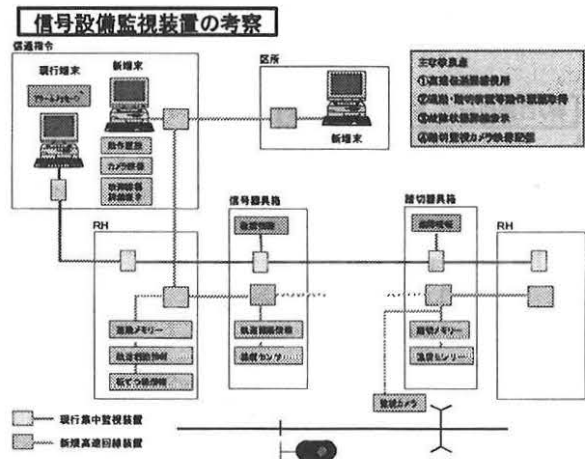


図 12 信号設備監視装置の考察

参考文献

(1) 徳原、森、加川、石井：「IP ネットワークを活用した設備監視装置の検討」, J-RAIL2003, p.203~206